

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-312585

(43)Date of publication of application : 09.11.1999

(51)Int.Cl.

H05B 33/12

H05B 33/14

H05B 33/26

(21)Application number : 10-134635

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 28.04.1998

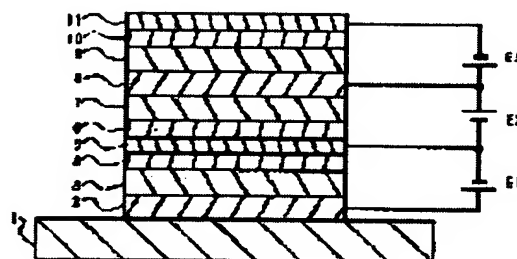
(72)Inventor : ARAI MICHIO  
NAKATANI KENJI  
KODAMA MITSUFUMI  
YAMAMOTO HIROSHI  
ONIZUKA OSAMU

## (54) ORGANIC EL ELEMENT

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic EL element which is less prone to smaller damages, has high reliability, and can provide high brightness.

SOLUTION: An organic EL element has a deposited structure in which a first hole injection electrode 2, one kind or more of first organic layers 3 participating at least in an emissive function, a first electron injection electrode 4, and a first extraction electrode 5 are deposited sequentially on a substrate, and in which a second electron injection electrode 6, one kind or more of second organic layers 7 participating at least in the emissive function, and a second hole injection electrode 8 are further sequentially deposited thereon. The first and second electron injection electrodes contain one kind or more of oxides selected from among lithium oxide, sodium oxide, potassium oxide, calcium oxide, strontium oxide, barium oxide, and lanthanum oxide, and the first extraction electrode 5 is made of an Al alloy.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-312585

(43) 公開日 平成11年(1999)11月9日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 5 B 33/12  
33/14  
33/26

識別記号

F I

H 0 5 B 33/12  
33/14  
33/26

C  
A  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-134635

(22) 出願日 平成10年(1998)4月28日

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社  
東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 荒井 三千男

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72) 発明者 中谷 賢司

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72) 発明者 小玉 光文

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 石井 陽一

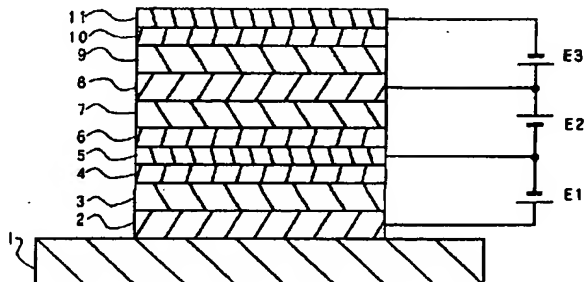
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機EL素子

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 素子のダメージが小さく、信頼性が高く、しかも高輝度が得られる有機EL素子を提供する。

【解決手段】 有機EL素子は、基板上に、第1のホール注入電極2と、少なくとも発光機能に關与する1種以上の第1の有機層3と、第1の電子注入電極4と、第1の引き出し電極5とが順次積層され、さらにその上に、第2の電子注入電極6と、少なくとも発光機能に關与する1種以上の第2の有機層7と、第2のホール注入電極8とが順次積層されている積層構造を有し、第1および第2の電子注入電極が酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウム、酸化ランタンのいずれか1種以上を含有し、第1の引き出し電極がAlまたはAl合金である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、第1のホール注入電極と、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第1の有機層と、第1の電子注入電極と、第1の引き出し電極とが順次積層され、さらにその上に、第2の電子注入電極と、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第2の有機層と、第2のホール注入電極とが順次積層されている積層構造を有し、

前記第1および第2の電子注入電極が酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウムおよび酸化ランタンのいずれか1種以上を含有し、

前記第1の引き出し電極がA1またはA1合金である有機EL素子。

【請求項2】 前記第2のホール注入電極上に、さらに、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第3の有機層と、第3の電子注入電極と、第2の引き出し電極とが順次積層されており、

前記第3の電子注入電極が酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウムおよび酸化ランタンのいずれか1種以上を含有し、

前記第2の引き出し電極がA1またはA1合金である請求項1の有機EL素子。

【請求項3】 基板上に、第1の引き出し電極と、第1の電子注入電極と、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第1の有機層と、第1のホール注入電極とが順次積層され、さらにその上に、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第2の有機層と、第2の電子注入電極と、第2の引き出し電極とが順次積層されている積層構造を有し、

前記第1および第2の電子注入電極が酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウムおよび酸化ランタンのいずれか1種以上を含有し、

前記第1および第2の引き出し電極がA1またはA1合金である有機EL素子。

【請求項4】 前記第2の引き出し電極上に、さらに、第3の電子注入電極と、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第3の有機層と、第2のホール注入電極とが順次積層されており、

前記第3の電子注入電極が酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウムおよび酸化ランタンのいずれか1種以上を含有する請求項3の有機EL素子。

【請求項5】 前記電子注入電極の膜厚が、0.5~100nmである請求項1~4のいずれかの有機EL素子。

【請求項6】 前記引き出し電極の膜厚が、10~100nmである請求項1~5のいずれかの有機EL素子。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報表示パネル、自動車用の計器パネル、動画・静止画を表示させるディスプレイ等、家電製品、自動車、二輪車電装品に使用され、有機化合物を用いて構成された有機EL素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、有機EL素子が盛んに研究され、実用化されつつある。これは、錫ドープ酸化インジウム(ITO)などの透明電極(ホール注入電極)上にトリフェニルジアミン(TPD)などのホール輸送材料を蒸着により薄膜とし、さらにアルミキノリノール錯体(A1q3)などの蛍光物質を発光層として積層し、さらにMgなどの仕事関数の小さな金属電極(電子注入電極)を形成した基本構成を有する素子で、10V前後の電圧で数100から数10000cd/m<sup>2</sup>ときわめて高い輝度が得られることで、家電製品、自動車、二輪車電装品等のディスプレイとして注目されている。

【0003】有機EL素子は、例えば基板上にITO等のホール注入電極層を有し、さらにその上にホール注入輸送層、発光層、電子注入輸送層等の有機層を有する。そして、この有機層の上に電子注入電極を有し、必要により配線電極層あるいは保護層を有する。また、ガラス等の封止板を封止用接着剤等により固定し、封止を行っている。通常、有機EL素子は、厚さ数100nm~数μm程度の薄膜構造体であり、ドットマトリクス、あるいはセグメント構造等、その使用目的により所定の大きさ、形状に形成されている。

【0004】有機EL素子を用い、カラーディスプレイを実現するために、種々の方法が検討されている。例えば、発光体自体の発光色を複数用意したり、カラーフィルターを用いて青、緑、赤の3元色を得たりする方法が一般的である。

【0005】発光体自体の発光色を変化させる試みとして、SID 96 DIGEST・185 14.2: Novel Transparent Organic Electroluminescent Devices G.Gu, V.B Bulovic, P. E. Burrows, S. R. Forrest, M. E. Thompsonに記載されたカラー発光素子として、Ag・Mg薄膜を電子注入電極に、ITOをホール注入電極に用いたものが知られている。ここに記載されているカラー発光素子(heterostructure organic light emitting devices)は、図4に示すように、R、G、B各々に対応した発光層(Red EL, Green EL, Blue EL)34、38、42を有する多層構造であり、各発光層34、38、42毎に電子注入電極35、39、43、ホール輸送層33、37、41およびホール注入電極32、36、40が同一積層順に配置され、これらが3原色に対応した積層体として、基板31上に3層に積層されている。

【0006】これらの積層体を駆動するには、図示例のように各電子注入電極35、39、43と、ホール注入

電極32、36、40との間に、所定の電源E1、E2、E3を接続しそれぞれの層を発光させる。この場合、各積層体はいずれも順積層であり、各電源E1、E2、E3も同じ方向に直列に接続された状態となる。

【0007】このような構成とする場合、発光光を取り出すためには、各電極が透明であることが好ましい。通常、ホール注入電極に用いられるITOは透明電極なので問題ないが、電子注入電極に用いられるMg・Agは透明度が低く、十分な発光光の透過率を得るためには膜厚を50nm以下にしなければならない。このように電子注入電極を薄くすると、十分な電子注入能が得られず、発光輝度が低くなってしまふ。一方、十分な発光輝度が得られれば、電極は薄い方が有機層へのダメージが小さくなるので、好ましい。そのために、より透明度が高く、しかも、低抵抗の電子注入電極が望まれている。

【0008】また、図4に示す有機EL素子は、隣り合うホール注入電極と電子注入電極(34、35および39、40)への配線は、それぞれの接地ラインと電源ラインとを共通にすることも可能である。しかし、このようにホール注入電極と電子注入電極とが隣り合った構造では、一つの電源を共通にして使用することはできない。このため、積層体の積層数分の電圧を直列に加算した高い電源電圧が必要となる。通常、制御回路に用いられるIC等は、TTLやC-MOS等、数V程度の耐圧しか有しないものが多く、高い電源電圧を制御するため、さらにトランジスタ、FET等といった制御素子を用意する必要があり、回路が複雑になる。また、携帯機器、移動機器等では電源は限られたものしか用意できず、使用範囲が制限されてしまふ。各積層体毎に電源を用意することも考えられるが、電源が大型化し、部品点数が増大してコスト高になる。

【0009】なお、3原色に対応した各積層体を平面的に配置し、カラー化する方法も検討されているが、各色の画素が占める面積が制限され、十分な輝度を得ることが困難である。また、自発光性の薄膜素子である有機EL素子の長所を生かそうとする場合には、各発光色の積層体をさらに積層する方式が優れている。

【0010】一方、単一の発光層とカラーフィルターとを組み合わせるカラーディスプレイとすることとしても、有機EL素子の発光の波長領域は狭く、しかもその中心波長が偏在しているため、白色発光を行わせることは困難であり、カラーフィルターだけを使用したのでは、赤色等一部の波長領域の光源が不足してしまふ。また、フィルターを使用した分輝度の低下が生じるが、これに全体の輝度を合わせるため、全体として輝度が低下してしまふ。さらに、フィルター層の塗布工程、バタニング工程等を要し、上記多層型の素子に比べたメリットは少ない。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、有機

EL素子のダメージが小さく、信頼性が高く、しかも高輝度が得られる有機EL素子を実現することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的は以下の本発明により達成される。

【0013】(1) 基板上に、第1のホール注入電極と、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第1の有機層と、第1の電子注入電極と、第1の引き出し電極とが順次積層され、さらにその上に、第2の電子注入電極と、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第2の有機層と、第2のホール注入電極とが順次積層されている積層構造を有し、前記第1および第2の電子注入電極が酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウムおよび酸化ランタンのいずれか1種以上を含有し、前記第1の引き出し電極がA1またはA1合金である有機EL素子。

(2) 前記第2のホール注入電極上に、さらに、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第3の有機層と、第3の電子注入電極と、第2の引き出し電極とが順次積層されており、前記第3の電子注入電極が酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウムおよび酸化ランタンのいずれか1種以上を含有し、前記第2の引き出し電極がA1またはA1合金である上記(1)の有機EL素子。

(3) 基板上に、第1の引き出し電極と、第1の電子注入電極と、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第1の有機層と、第1のホール注入電極とが順次積層され、さらにその上に、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第2の有機層と、第2の電子注入電極と、第2の引き出し電極とが順次積層されている積層構造を有し、前記第1および第2の電子注入電極が酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウムおよび酸化ランタンのいずれか1種以上を含有し、前記第1および第2の引き出し電極がA1またはA1合金である有機EL素子。

(4) 前記第2の引き出し電極上に、さらに、第3の電子注入電極と、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第3の有機層と、第2のホール注入電極とが順次積層されており、前記第3の電子注入電極が酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウムおよび酸化ランタンのいずれか1種以上を含有する上記(3)の有機EL素子。

(5) 前記電子注入電極の膜厚が、0.5～100nmである上記(1)～(4)のいずれかの有機EL素子。

(6) 前記引き出し電極の膜厚が、10～100nmである上記(1)～(5)のいずれかの有機EL素子。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の有機EL素子は、基板上

に、第1のホール注入電極と、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第1の有機層と、第1の電子注入電極と、第1の引き出し電極とが順次積層され、さらにその上に、第2の電子注入電極と、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第2の有機層と、第2のホール注入電極とが順次積層されている積層構造を有し、前記電子注入電極が酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウム、酸化ランタンのいずれか1種以上を含有し、前記引き出し電極がAlまたはAl合金である。または、基板上に、第1の引き出し電極と、第1の電子注入電極と、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第1の有機層と、第1のホール注入電極とが順次積層され、さらにその上に、少なくとも発光機能に関与する1種以上の第2の有機層と、第2の電子注入電極と、第2の引き出し電極とが順次積層されている積層構造を有し、前記電子注入電極が酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウム、酸化ランタンのいずれか1種以上を含有し、前記引き出し電極がAlまたはAl合金である。

【0015】本発明の有機EL素子は、電子注入電極が酸化リチウム、酸化ナトリウム、酸化カリウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウム、酸化バリウム、酸化ランタンのいずれか1種以上を含有し、さらにAlまたはAl合金の引き出し電極を用いて抵抗を下げるので、電極の膜厚が薄くても十分な電子注入効率を得られ、発光輝度が高い。また、膜厚を薄くできるので、十分な発光光の透過率が得られる。

【0016】電子注入電極には、酸化リチウム(Li<sub>2</sub>O)、酸化ナトリウム(Na<sub>2</sub>O)、酸化カリウム(K<sub>2</sub>O)、酸化カルシウム(CaO)、酸化ストロンチウム(SrO)、酸化バリウム(BaO)、酸化ランタン(La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)のいずれか1種以上を用いる。これらの金属は低仕事関数なので、高い輝度を得られる。これらの酸化物は、通常、その化学量論組成で存在するが、O量は多少偏倚していてもよい。また、これらは1種を用いてもよいし、2種以上を用いてもよい。電子注入電極には、他に、Al、Si、N、C、Cu、Ge、Mo、W、Hf等を5wt%以下含有してもよい。

【0017】電子注入電極薄膜の厚さは、電子注入を十分行える一定以上の厚さとすれば良く、好ましくは0.5nm以上、より好ましくは1nm以上、さらには5nm以上とすればよい。また、その上限値は、発光波長帯域(350~800nm)での光透過性を確保するため、好ましくは100nm以下、より好ましくは50nm以下、さらには5nm以下である。

【0018】電子注入電極の発光波長帯域、通常350~800nm、特に可視光領域での光透過率が50%以上、特に70%以上であることが好ましい。発光光は電子注入電極を通して取り出されるため、その透過率が低

くなると、発光層からの発光自体が減衰され、発光素子として必要な輝度を得られなくなる傾向がある。ただし、一方のみから発光光を取り出すときには、取り出し側と反対側の発光光に対し50%以上であればよい。両側から取り出すときには、各発光光に対し50%以上であればよい。

【0019】本発明の有機EL素子は、電子注入電極の有機層の反対側には、AlまたはAl合金の引き出し電極を有する。Al合金としては、AlとSc、Nb、Zr、Hf、Nd、Ta、Cu、Si、Cr、Mo、Mn、Ni、Pd、PtおよびW等の遷移元素との合金が挙げられる。Al合金を用いる場合、Alと遷移元素の1種以上との合金が好ましく、その際Alは90at%以上、特に95at%以上であることが好ましい。

【0020】引き出し電極は、シート抵抗が1Ω/□以下、特に0.5Ω/□以下が好ましい。その下限は特に規制されるものではないが、通常0.1Ω/□程度である。

【0021】引き出し電極の厚さは、十分低いシート抵抗を確保するために、一定以上の厚さとすればよく、好ましくは10nm以上、さらには20nm以上が好ましい。また、その上限としては、発光波長帯域の光透過性を確保するために、100nm以下、さらには50nm以下、特に40nm以下が好ましい。引き出し電極が薄すぎると、その効果が得られず、また、引き出し電極層の段差被覆性が低くなってしまい、端子電極との接続が十分でなくなる。一方、引き出し電極層が厚すぎると、光透過性を確保できなくなる。

【0022】引き出し電極の発光波長帯域、通常350~800nm、特に可視光領域での光透過率が50%以上、特に70%以上であることが好ましい。発光光は引き出し電極を通して取り出されるため、その透過率が低くなると、発光層からの発光自体が減衰され、発光素子として必要な輝度を得られなくなる傾向がある。ただし、一方のみから発光光を取り出すときには、取り出し側と反対側の発光光に対し50%以上であればよい。両側から取り出すときには、各発光光に対し50%以上であればよい。

【0023】電子注入電極と引き出し電極とを合わせた全体の厚さとしては、特に制限はないが、通常10~200nm程度とすればよい。

【0024】電子注入電極、引き出し電極は蒸着法やスパッタ法で形成する。

【0025】電子注入電極、引き出し電極を蒸着法で形成する場合、真空蒸着の条件は特に限定されないが、10<sup>-4</sup>Pa以下の真空度とし、蒸着速度は0.01~1nm/sec程度とすることが好ましい。また、真空中で連続して各層を形成することが好ましい。真空中で連続して形成すれば、各層の界面に不純物が吸着することを防げるため、高特性が得られる。

【0026】電子注入電極、引き出し電極をスパッタ法で形成する場合、スパッタ時のスパッタガスの圧力は、0.1～1 Paの範囲が好ましい。スパッタガスは、通常のスパッタ装置に使用される不活性ガスが使用できる。

【0027】スパッタ法としてはRF電源を用いた高周波スパッタ法や、DCスパッタ法等の中から好適なスパッタ法を用いて成膜すればよい。スパッタ装置の電力としては、好ましくはDCスパッタで0.1～10 W/cm<sup>2</sup>、RFスパッタで1～10 W/cm<sup>2</sup>の範囲である。また、成膜レートは5～100 nm/min、特に10～50 nm/minの範囲が好ましい。

【0028】本発明の有機EL素子の積層構造は、ホール注入電極→有機層→電子注入電極→引き出し電極→電子注入電極→有機層→ホール注入電極という順積層+逆積層の構造とするか、引き出し電極→電子注入電極→有機層→ホール注入電極→有機層→電子注入電極→引き出し電極という逆積層+順積層の構造にする。このような構造にすることにより、ホール注入電極、引き出し電極を共通に使用することができ、構成膜を少なくすることができるので、ディスプレイの構造が簡単になる。また、各積層体の隣り合う電極は同種の電極同士となり、一つの電極を共用できるとともに同じ電源を共通に使用することができる。駆動時にかける電圧も全体として低くすることができる。

【0029】発光層で発光した光は、電子注入電極方向へも、ホール注入電極方向へも放出されるため、各発光単位となる積層体の一部が逆積層となっても問題はない。また、各発光単位となる積層体は、直列に積層されているため、フルカラーのマトリクス構造とした場合、1画素あたりの発光面積は最大となる。一方から発光光を取り出す場合、発光層は、光取り出し側から短波長の光が発光する発光層を積層する。

【0030】本発明の有機EL素子は、マトリクスタイプのディスプレイやセグメントタイプのディスプレイ等、種々のディスプレイに応用することができる。

【0031】本発明の有機EL素子の一例を図1に示す。図1に示す有機EL素子は、基板1上にITO等の第1のホール注入電極2と、発光機能に関与するホール注入輸送層、発光層、電子注入輸送層等の1種以上を有する第1の有機層3と、第1の電子注入電極4と、第1の引き出し電極5とを順次有する。そして、その上に、第2の電子注入電極6と、第2の有機層7と、第2のホール注入電極8とを順次有する。さらにその上に、第3の有機層9と、第3の電子注入電極10と、第2の引き出し電極11とを順次有する。

【0032】本発明の有機EL素子の他の一例を図2に示す。図2に示す有機EL素子は、基板1上に第1の引き出し電極5と、第1の電子注入電極4と、発光機能に関与する第1の有機層3と、第1のホール注入電極2とを順次有する。そして、その上に第2の有機層7と、第

2の電子注入電極6と、第2の引き出し電極11とを有する。さらにその上に、第3の電子注入電極10と、第3の有機層9と、第2のホール注入電極8を有する。

【0033】これらの図示例では、1つの発光単位となる積層体を3層積層して、3原色発光によるフルカラーディスプレイ、あるいは3原色を同時に発光させ、ブロードな白色光源として機能させることができる構成となっている。また、ホール注入電極2、9は共通に使用する構造となっている。電子注入電極は共通の引き出し電極を有し、図1における第1の電子注入電極4と第1の引き出し電極5と第2の電子注入電極6や、図2における第2の電子注入電極6と第2の引き出し電極11と第3の電子注入電極10のように、1つの引き出し電極を挟んで電子注入電極が上下に配置される構成となっている。

【0034】また、各積層体には所定の電源E1、E2、E3が、それぞれ同一極性同士を共通にして接続される。このため、単一の電源を共通に使用することができ、また、いずれか一方の側の配線を共通にすることもできる。

【0035】本発明の有機EL素子をディスプレイとして駆動する場合、好ましくは図3に示すように、積層体D1～D3それぞれを専用の配線により駆動するとよい。図3は、単純マトリクスディスプレイの一構成例を示す部分概念図である。すなわち、第1の積層体D1は、第1の走査線（コモンライン）m1と、第1のデータ線（セグメントライン）n1とで駆動され、第2の積層体D2は、第2の走査線（コモンライン）m2と、第2のデータ線（セグメントライン）n2とで駆動され、第3の積層体D3は、第3の走査線（コモンライン）m3と、第3のデータ線（セグメントライン）n3とで駆動される。このように、個々の積層体それぞれを、専用の配線により駆動することにより、駆動回路や制御回路が簡単になり、制御しやすくなる。従って、色度、彩度、明度等の制御をより正確に行うことができ、高品質、高精細のディスプレイを得ることができる。なお、コスト面から、より簡単な構造を求める場合には、前述のように各積層体の駆動線を共通にしてもよい。

【0036】ホール注入電極は、ホール注入電極を通して発光した光を取り出す構成であるため、透明ないし半透明な電極が好ましい。透明電極としては、ITO（錫ドープ酸化インジウム）、IZO（亜鉛ドープ酸化インジウム）、ZnO、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、等が挙げられるが、好ましくはITO（錫ドープ酸化インジウム）、IZO（亜鉛ドープ酸化インジウム）が好ましい。ITOでは、通常、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とSnO<sub>2</sub>とを化学量論組成で有するが、酸素量は多少これから偏倚していてもよい。In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に対するSnO<sub>2</sub>の混合比は、1～20 wt%、さらには5～12 wt%が好ましい。また、IZOでのIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に対するZnOの混合比は、通常、1

2～32wt%程度である。ホール注入電極は、最上層であって発光光を取り出さないとき、つまり、透明性が必要でないときは、非透明の公知の金属材料等であってもよい。

【0037】ホール注入電極の発光波長帯域、通常350～800nm、特に可視光領域での光透過率が80%以上、特に90%以上であることが好ましい。発光光はホール注入電極を通して取り出されるため、その透過率が低くなると、発光層からの発光自体が減衰され、発光素子として必要な輝度が得られなくなる傾向がある。ただし、一方のみから発光光を取り出すときには、取り出し側と反対側の発光光に対し80%以上であればよい。両側から取り出すときには、各発光光に対し80%以上であればよい。

【0038】ホール注入電極の厚さは、ホール注入を十分行える一定以上の厚さを有すれば良く、好ましくは50～500nm、さらには50～300nmの範囲が好ましい。また、その上限は特に制限はないが、あまり厚いと透過率の低下や剥離などの心配が生じる。厚さが薄すぎると、製造時の膜強度やホール輸送能力、抵抗値の点で問題がある。

【0039】このホール注入電極層は蒸着法等によっても形成できるが、好ましくはスパッタ法により形成することが好ましい。

【0040】有機層は、以下のような構成とすることができる。

【0041】発光層は、ホール（正孔）および電子の注入機能、それらの輸送機能、ホールと電子の再結合により励起子を生成させる機能を有する。発光層には、比較的電子的にニュートラルな化合物を用いることが好ましい。

【0042】ホール注入輸送層は、ホール注入電極からのホールの注入を容易にする機能、ホールを安定に輸送する機能および電子を妨げる機能を有するものであり、電子注入輸送層は、電子注入電極からの電子の注入を容易にする機能、電子を安定に輸送する機能およびホールを妨げる機能を有するものである。これらの層は、発光層に注入されるホールや電子を増大・閉じこめさせ、再結合領域を最適化させ、発光効率を改善する。

【0043】発光層の厚さ、ホール注入輸送層の厚さおよび電子注入輸送層の厚さは、特に制限されるものではなく、形成方法によっても異なるが、通常5～500nm程度、特に10～300nmとすることが好ましい。

【0044】ホール注入輸送層の厚さおよび電子注入輸送層の厚さは、再結合・発光領域の設計によるが、発光層の厚さと同程度または1/10～10倍程度とすればよい。ホールまたは電子の各々の注入層と輸送層とを分ける場合は、注入層は1nm以上、輸送層は1nm以上とするのが好ましい。このときの注入層、輸送層の厚さの上限は、通常、注入層で500nm程度、輸送層で500nm

程度である。このような膜厚については、注入輸送層を2層設けるときの同じである。

【0045】有機EL素子の発光層には、発光機能を有する化合物である蛍光性物質を含有させる。このような蛍光性物質としては、例えば、特開昭63-264692号公報に開示されているような化合物、例えばキナクリドン、クマリン、ルブレン、スチリル系色素等の化合物から選択される少なくとも1種が挙げられる。また、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム等の8-キノリノールまたはその誘導体を配位子とする金属錯体色素などのキノリン誘導体、テトラフェニルブタジエン、アントラセン、ペリレン、コロネン、12-フタロペリノン誘導体、ジシアノメチルピラン等が挙げられる。さらには、特願平6-110569号のフェニルアントラセン誘導体、特願平6-114456号のテトラアリールエテン誘導体等を用いることができる。

【0046】また、それ自体で発光が可能なホスト物質と組み合わせて使用することが好ましく、ドーパントとしての使用が好ましい。このような場合の発光層における化合物の含有量は0.01～20wt%、さらには0.1～15wt%であることが好ましい。ホスト物質と組み合わせて使用することによって、ホスト物質の発光波長特性を変化させることができ、長波長に移行した発光が可能になるとともに、素子の発光効率や安定性が向上する。

【0047】ホスト物質としては、キノリノラト錯体が好ましく、さらには8-キノリノールまたはその誘導体を配位子とするアルミニウム錯体が好ましい。このようなアルミニウム錯体としては、特開昭63-264692号、特開平3-255190号、特開平5-70733号、特開平5-258859号、特開平6-215874号等々に開示されているものを挙げることができる。

【0048】具体的には、まず、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム、ビス（8-キノリノラト）マグネシウム、ビス（ベンゾ〔f〕-8-キノリノラト）亜鉛、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）アルミニウムオキシド、トリス（8-キノリノラト）インジウム、トリス（5-メチル-8-キノリノラト）アルミニウム、8-キノリノラトリチウム、トリス（5-クロロ-8-キノリノラト）ガリウム、ビス（5-クロロ-8-キノリノラト）カルシウム、5,7-ジクロロ-8-キノリノラトアルミニウム、トリス（5,7-ジブromo-8-ヒドロキシキノリノラト）アルミニウム、ポリ〔亜鉛（II）-ビス（8-ヒドロキシ-5-キノリニル）メタン〕等がある。

【0049】また、8-キノリノールまたはその誘導体のほかに他の配位子を有するアルミニウム錯体であってもよく、このようなものとしては、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（フェノラト）アルミニウム（III）、ビス（2-メチル-8-キノリノラト）（オルト-

10

20

30

40

50



## 11

クレゾラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(メタークレゾラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(パラークレゾラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(オルトフェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(メタフェニルフェノラト)アルミニウム(II I)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(パラフェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(2,3-ジメチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(2,6-ジメチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(3,4-ジメチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(3,5-ジメチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(3,5-ジ-tert-ブチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(2,6-ジフェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(2,4,6-トリフェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(2,3,6-トリメチルフェノラト)アルミニウム(II II)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(2,3,5,6-テトラメチルフェノラト)アルミニウム(II II)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(1-ナフトラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)(2-ナフトラト)アルミニウム(II I)、ビス(2,4-ジメチル-8-キノリノラト)(オルトフェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2,4-ジメチル-8-キノリノラト)(パラフェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2,4-ジメチル-8-キノリノラト)(メタフェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2,4-ジメチル-8-キノリノラト)(3,5-ジメチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2,4-ジメチル-8-キノリノラト)(3,5-ジ-tert-ブチルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-4-エチル-8-キノリノラト)(パラークレゾラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-4-メトキシ-8-キノリノラト)(パラフェニルフェノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-5-シアノ-8-キノリノラト)(オルトクレゾラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-6-トリフルオロメチル-8-キノリノラト)(2-ナフトラト)アルミニウム(III)等がある。

【0050】このほか、ビス(2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)- $\mu$ -オキソ-ビス(2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)、ビス(2,4-ジメチル-8-キノリノラト)アルミニウム

## 12

(III)- $\mu$ -オキソ-ビス(2,4-ジメチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)、ビス(4-エチル-2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)- $\mu$ -オキソ-ビス(4-エチル-2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-4-メトキシキノリノラト)アルミニウム(III)- $\mu$ -オキソ-ビス(2-メチル-4-メトキシキノリノラト)アルミニウム(III)、ビス(5-シアノ-2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)- $\mu$ -オキソ-ビス(5-シアノ-2-メチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)、ビス(2-メチル-5-トリフルオロメチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)- $\mu$ -オキソ-ビス(2-メチル-5-トリフルオロメチル-8-キノリノラト)アルミニウム(III)等であってもよい。

【0051】このほかのホスト物質としては、特願平6-110569号に記載のフェニルアントラセン誘導体や特願平6-114456号に記載のテトラアリアルエテン誘導体なども好ましい。

【0052】発光層は電子注入輸送層を兼ねたものであってもよく、このような場合はトリス(8-キノリノラト)アルミニウム等を使用することが好ましい。これらの蛍光性物質を蒸着すればよい。

【0053】また、発光層は、必要に応じて、少なくとも1種のホール注入輸送性化合物と少なくとも1種の電子注入輸送性化合物との混合層とすることも好ましく、さらにはこの混合層中にドーバントを含有させることが好ましい。このような混合層におけるドーバントの含有量は、ホール注入輸送性化合物と電子注入輸送性化合物との合計量に対して0.01~2.0wt%、さらには0.1~1.5wt%とすることが好ましい。

【0054】混合層では、キャリアのホッピング伝導パスができるため、各キャリアは極性的に有利な物質中を移動し、逆の極性のキャリア注入は起こりにくくなるため、有機化合物がダメージを受けにくくなり、素子寿命がのびるという利点がある。また、前述のドーバントをこのような混合層に含有させることにより、混合層自体のもつ発光波長特性を変化させることができ、発光波長を長波長に移行させることができるとともに、発光強度を高め、素子の安定性を向上させることもできる。

【0055】混合層に用いられるホール注入輸送性化合物および電子注入輸送性化合物は、各々、後述のホール注入輸送層用の化合物および電子注入輸送層用の化合物の中から選択すればよい。なかでも、ホール注入輸送層用の化合物としては、強い蛍光を持ったアミン誘導体、例えばホール輸送材料であるトリフェニルジアミン誘導体、さらにはスチリルアミン誘導体、芳香族縮合環を持つアミン誘導体を用いるのが好ましい。

【0056】電子注入輸送性の化合物としては、キノリン誘導体、さらには8-キノリノールないしその誘導体

を配位子とする金属錯体、特にトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(A1q3)を用いることが好ましい。また、上記のフェニルアントラセン誘導体、テトラアリアルエテン誘導体を用いるのも好ましい。

【0057】ホール注入輸送層用の化合物としては、強い蛍光を持ったアミン誘導体、例えば上記のホール輸送材料であるトリフェニルジアミン誘導体、さらにはスチリルアミン誘導体、芳香族縮合環を持つアミン誘導体を用いるのが好ましい。

【0058】この場合の混合比は、それぞれのキャリア移動度とキャリア濃度によるが、一般的には、ホール注入輸送性化合物の化合物/電子注入輸送機能を有する化合物の重量比が、1/99~99/1、さらに好ましくは10/90~90/10、特に好ましくは20/80~80/20程度となるようにすることが好ましい。

【0059】また、混合層の厚さは、分子層一層に相当する厚み以上で、有機化合物層の膜厚未満とすることが好ましい。具体的には1~85nmとすることが好ましく、さらには5~60nm、特に5~50nmとすることが好ましい。

【0060】また、混合層の形成方法としては、異なる蒸着源より蒸発させる共蒸着が好ましいが、蒸気圧(蒸発温度)が同程度あるいは非常に近い場合には、予め同じ蒸着ボード内で混合させておき、蒸着することでもできる。混合層は化合物同士が均一に混合している方が好ましいが、場合によっては、化合物が島状に存在するものであってもよい。発光層は、一般的には、有機蛍光物質を蒸着するか、あるいは、樹脂バインダー中に分散させてコーティングすることにより、発光層を所定の厚さに形成する。

【0061】また、ホール注入輸送層には、例えば、特開昭63-295695号公報、特開平2-191694号公報、特開平3-792号公報、特開平5-234681号公報、特開平5-239455号公報、特開平5-299174号公報、特開平7-126225号公報、特開平7-126226号公報、特開平8-100172号公報、EP0650955A1等に記載されている各種有機化合物を用いることができる。例えば、テトラアリアルベンジジン化合物(トリアリアルジアミンないしトリフェニルジアミン:TPD)、芳香族三級アミン、ヒドラゾン誘導体、カルバゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、アミノ基を有するオキサジアゾール誘導体、ポリチオフェン等である。これらの化合物は、1種のみを用いても、2種以上を併用してもよい。2種以上を併用するときは、別層にして積層したり、混合したりすればよい。

【0062】ホール注入輸送層をホール注入層とホール輸送層とに分けて設け層する場合は、ホール注入輸送層用の化合物のなかから好ましい組合せを選択して用いることができる。このとき、ホール注入電極(ITO等)側

からイオン化ポテンシャルの小さい化合物の順に積層することが好ましい。また、ホール注入電極表面には薄膜性の良好な化合物を用いることが好ましい。このような積層順については、ホール注入輸送層を2層以上設けるときも同様である。このような積層順とすることによって、駆動電圧が低下し、電流リークの発生やダークスポットの発生・成長を防ぐことができる。また、素子化する場合、蒸着を用いているので1~10nm程度の薄い膜も均一かつピンホールフリーとすることができるため、ホール注入層にイオン化ポテンシャルが小さく、可視部に吸収をもつような化合物を用いても、発光色の色調変化や再吸収による効率の低下を防ぐことができる。ホール注入輸送層は、発光層等と同様に上記の化合物を蒸着することにより形成することができる。

【0063】また、必要に応じて設けられる電子注入輸送層には、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(A1q3)等の8-キノリノールまたはその誘導体を配位子とする有機金属錯体などのキノリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ペリレン誘導体、ヒリジン誘導体、ピリジン誘導体、キノキサリン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、ニトロ置換フルオレン誘導体等を用いることができる。電子注入輸送層は発光層を兼ねたものであってもよく、このような場合はトリス(8-キノリノラト)アルミニウム等を使用することが好ましい。電子注入輸送層の形成は、発光層と同様に、蒸着等によればよい。

【0064】電子注入輸送層を電子注入層と電子輸送層とに分けて積層する場合には、電子注入輸送層用の化合物の中から好ましい組み合わせを選択して用いることができる。このとき、電子注入電極側から電子親和力の値の大きい化合物の順に積層することが好ましい。このような積層順については、電子注入輸送層を2層以上設けるときの同様である。

【0065】有機EL構造体各層を成膜した後に、SiO<sub>x</sub>等の無機材料、テフロン、塩素を含むフッ化炭素重合体等の有機材料等を用いた保護膜を形成してもよい。保護膜は透明でも不透明であってもよく、保護膜の厚さは50~1200nm程度とする。保護膜は、前記の反応性スパッタ法の他に、一般的なスパッタ法、蒸着法、PECVD法等により形成すればよい。

【0066】さらに、素子の有機層や電極の酸化を防いだり、機械的ダメージから保護するために、素子上に封止板を設けることが好ましい。封止板は、湿気の侵入を防ぐために、接着性樹脂等を用いて接着し密封する。封止ガスは、Ar、He、N<sub>2</sub>等の不活性ガス等が好ましい。また、この封止ガスの水分含有量は、100ppm以下、より好ましくは10ppm以下、特に1ppm以下であることが好ましい。この水分含有量に下限値は特にないが、通常0.1ppm程度である。

【0067】封止板の材料としては、好ましくは平板状

であって、ガラスや石英、樹脂等の透明ないし半透明材料が挙げられるが、特にガラスが好ましい。このようなガラス材として、アルカリガラスが好ましいが、この他、ソーダ石灰ガラス、鉛アルカリガラス、ホウケイ酸ガラス、アルミノケイ酸ガラス、シリカガラス等のガラス組成のものも好ましい。また、その製板方法としては、ロールアウト法、ダウンロード法、フュージョン法、フロート法等が好ましい。ガラス材の表面処理法としては、研磨加工処理、 $\text{SiO}_2$ バリヤーコート処理等

が好ましい。これらの中でも、フロート法で製板されたソーダ石灰ガラスで、表面処理の無いガラス材が安価に使用でき、好ましい。封止板としては、ガラス板以外にも、金属板、プラスチック板等を用いることもできる。【0068】封止板は、スペーサーを用いて高さを調整し、所望の高さに保持してもよい。スペーサーの材料としては、樹脂ビーズ、シリカビーズ、ガラスビーズ、ガラスファイバー等が挙げられ、特にガラスビーズ等が好ましい。スペーサーは、通常、粒径の揃った粒状物であるが、その形状は特に限定されるものではなく、スペーサーとしての機能に支障のないものであれば種々の形状であってよい。その大きさとしては、円換算の直径が1~20 $\mu\text{m}$ 、より好ましくは1~10 $\mu\text{m}$ 、特に2~8 $\mu\text{m}$ が好ましい。このような直径のものは、粒長100 $\mu\text{m}$ 以下程度であることが好ましく、その下限は特に規制されるものではないが、通常1 $\mu\text{m}$ 程度である。

【0069】なお、封止板に凹部を形成した場合には、スペーサーは使用しても、使用しなくてもよい。使用する場合は好ましい大きさとしては、前記範囲でよいが、特に2~8 $\mu\text{m}$ の範囲が好ましい。

【0070】スペーサーは、予め封止用接着剤中に混入されていても、接着時に混入してもよい。封止用接着剤中におけるスペーサーの含有量は、好ましくは0.01~30wt%、より好ましくは0.1~5wt%である。

【0071】接着剤としては、安定した接着強度が保て、気密性が良好なものであれば特に限定されるものではないが、カチオン硬化タイプの紫外線硬化型エポキシ樹脂接着剤を用いることが好ましい。

【0072】基板材料としては特に限定するものではなく、積層する有機EL構造体の電極の材質等により適宜決めることができ、例えば、Al等の金属材料や、ガラス、石英や樹脂等の透明ないし半透明材料、あるいは不透明であってもよく、この場合はガラス等のほか、アルミナ等のセラミックス、ステンレス等の金属シートに表面酸化などの絶縁処理を施したもの、フェノール樹脂等の熱硬化性樹脂、ポリカーボネート等の熱可塑性樹脂などを用いることができる。

【0073】基板に色フィルター膜や蛍光性物質を含む色変換膜、あるいは誘電体反射膜を用いて発光色をコントロールしてもよい。

【0074】色フィルター膜には、液晶ディスプレイ等

で用いられているカラーフィルターを用いれば良いが、有機EL素子の発光する光に合わせてカラーフィルターの特性を調整し、取り出し効率・色純度を最適化すればよい。

【0075】また、EL素子材料や蛍光変換層が光吸収するような短波長の外光をカットできるカラーフィルターを用いれば、素子の耐光性・表示のコントラストも向上する。

【0076】また、誘電体多層膜のような光学薄膜を用いてカラーフィルターの代わりにしても良い。

【0077】蛍光変換フィルター膜は、EL発光の光を吸収し、蛍光変換膜中の蛍光体から光を放出させることで、発光色の色変換を行うものであるが、組成としては、バインダー、蛍光材料、光吸収材料の三つから形成される。

【0078】蛍光材料は、基本的には蛍光量子収率が高いものを用いれば良く、EL発光波長域に吸収が強いことが望ましい。実際には、レーザー色素などが適しており、ローダミン系化合物・ペリレン系化合物・シアニン系化合物・フタロシアニン系化合物（サブフタロシアニン等も含む）ナフトロイミド系化合物・縮合環炭化水素系化合物・縮合複素環系化合物・スチリル系化合物・クマリン系化合物等を用いればよい。

【0079】バインダーは、基本的に蛍光を消光しないような材料を選べば良く、フォトリソグラフィ・印刷等で微細なパターンニングが出来るようなものが好ましい。また、ITO、IZOの成膜時にダメージを受けないような材料が好ましい。

【0080】光吸収材料は、蛍光材料の光吸収が足りない場合に用いるが、必要のない場合は用いなくても良い。また、光吸収材料は、蛍光性材料の蛍光を消光しないような材料を選べば良い。

【0081】ホール注入輸送層、発光層および電子注入輸送層の形成には、均質な薄膜が形成できることから、真空蒸着法を用いることが好ましい。真空蒸着法を用いた場合、アモルファス状態または結晶粒径が0.1 $\mu\text{m}$ 以下の均質な薄膜が得られる。結晶粒径が0.1 $\mu\text{m}$ を超えていると、不均一な発光となり、素子の駆動電圧を高くしなければならなくなり、電荷の注入効率も著しく低下する。

【0082】真空蒸着の条件は特に限定されないが、 $10^{-4}$ Pa以下の真空度とし、蒸着速度は0.01~1nm/sec程度とすることが好ましい。また、真空中で連続して各層を形成することが好ましい。真空中で連続して形成すれば、各層の界面に不純物が吸着することを防げるため、高特性が得られる。また、素子の駆動電圧を低くしたり、ダークスポットの発生・成長を抑制したりすることができる。

【0083】これら各層の形成に真空蒸着法を用いる場合において、1層に複数の化合物を含有させる場合、化

台物を入れた各ポートを個別に温度制御して共蒸着することが好ましい。

【0084】有機EL素子は、直流駆動やパルス駆動等され、印加電圧は、通常、2〜20V程度である。

【0085】

【実施例】次に実施例を示し、本発明をより具体的に説明する。

【0086】＜実施例1＞ガラス基板上に、第1のITO透明電極（ホール注入電極）をスパッタ法にて50nm成膜した。

【0087】ITO電極層等が形成された基板の表面をUV/O<sub>2</sub>、洗浄した後、真空蒸着装置の基板ホルダーに固定して、槽内を $1 \times 10^{-4}$ Pa以下まで減圧した。4, 4', 4"-トリス（-N-（3-メチルフェニル）-N-フェニルアミノ）トリフェニルアミン（以下、m-MTDATA）を蒸着速度0.1nm/secで80nmの厚さに蒸着し、第1のホール注入層とした。次いで、N, N'-ジフェニル-N, N'-m-トリル-4, 4'-ジアミノ-1, 1'-ビフェニル（以下、TPD）を蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着し、第1のホール輸送層とした。次いで、ジフェニルアントラセンダイマー（以下、DPA）を蒸着速度0.1nm/secで40nmの厚さに蒸着し、第1の発光層（青色発光層）とした。さらに、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（以下、Alq3）を蒸着速度0.1nm/secで10nmの厚さに蒸着し、第1の電子注入輸送層とした。

【0088】次いで、減圧を保ったまま、Li<sub>2</sub>Oを5nmの厚さに蒸着し、第1の電子注入電極とした。

【0089】さらに、減圧を保ったまま、Alを20nmの厚さに蒸着し、第1の引き出し電極とした。

【0090】さらに、減圧を保ったまま、Li<sub>2</sub>Oを5nmの厚さに蒸着し、第2の電子注入電極とした。

【0091】次いで、減圧を保ったまま、クマリン6を1vol%ドープしたAlq3を蒸着速度0.2nm/secで60nmの厚さに蒸着し、第2の電子注入輸送・発光層（緑色発光層）とした。次いで、TPDを蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着し、第2のホール輸送層とした。さらに、m-MTDATAを蒸着速度0.1nm/secで50nmの厚さに蒸着し、第2のホール注入層とした。

【0092】次いで、減圧を保ったまま、第2のITO透明電極（ホール注入電極）をスパッタ法にて50nm成膜した。

【0093】次いで、減圧を保ったまま、m-MTDATAを蒸着速度0.1nm/secで50nmの厚さに蒸着し、第3のホール注入層とした。次いで、TPDを蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着し、第3のホール輸送層とした。さらに、ジシアノメチルピラン（以下、DCM）を1vol%ドープしたAlq3を蒸着速度0.2nm/secで60nmの厚さに蒸着し、第3の電子

注入輸送・発光層（赤色発光層）とした。

【0094】次いで、減圧を保ったまま、Li<sub>2</sub>Oを5nmの厚さに蒸着し、第3の電子注入電極とした。

【0095】さらに、減圧を保ったまま、Alを200nmの厚さに蒸着し、第2の引き出し電極とした。

【0096】最後にガラス封止板を貼り合わせ、図1に示すような積層構造の有機EL素子とした。この有機EL素子は、基板側から発光光を取り出す構成になっている。

10 【0097】得られた有機EL素子の各積層体には、単一電源から所定の直流電圧を印加し、10mA/cm<sup>2</sup>の定電流密度で、駆動させたところ、各発光層ともそれぞれ独立に発光し、制御できることが確認できた。青色発光部は輝度500cd/cm<sup>2</sup>、緑色発光部は輝度600cd/cm<sup>2</sup>、赤色発光部は輝度300cd/cm<sup>2</sup>の発光が得られた。

【0098】電子注入電極をNa<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、CaO、SrO、BaO、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>としても同等の結果が得られた。

20 【0099】＜実施例2＞ガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに固定して、槽内を $1 \times 10^{-4}$ Pa以下まで減圧した。そして、ガラス基板上に、Alを200nmの厚さに蒸着し、第1の引き出し電極とした。

【0100】次いで、減圧を保ったまま、Li<sub>2</sub>Oを5nmの厚さに蒸着し、第1の電子注入電極とした。

【0101】次いで、減圧を保ったまま、DCMを1vol%ドープしたAlq3を蒸着速度0.2nm/secで60nmの厚さに蒸着して、第1の電子注入輸送・発光層（赤色発光層）とした。次いで、TPDを蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着し、第1のホール輸送層とした。さらに、m-MTDATAを蒸着速度0.1nm/secで50nmの厚さに蒸着し、第1のホール注入層とした。

30 【0102】次いで、減圧を保ったまま、第1のITO透明電極（ホール注入電極）をスパッタ法にて50nm成膜した。

【0103】次いで、減圧を保ったまま、m-MTDATAを蒸着速度0.1nm/secで50nmの厚さに蒸着し、第2のホール注入層とした。次いで、TPDを蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着し、第2のホール輸送層とした。さらに、クマリン6を1vol%ドープしたAlq3を蒸着速度0.2nm/secで60nmの厚さに蒸着し、第2の電子注入輸送・発光層（緑色発光層）とした。

40 【0104】次いで、減圧を保ったまま、Li<sub>2</sub>Oを5nmの厚さに蒸着し、第2の電子注入電極とした。

【0105】さらに、減圧を保ったまま、Alを20nmの厚さに蒸着し、第2の引き出し電極とした。

50 【0106】さらに、減圧を保ったまま、Li<sub>2</sub>Oを5nmの厚さに蒸着し、第3の電子注入電極とした。

【0107】次いで、減圧を保ったまま、Alq3を蒸着速度0.1nm/secで10nmの厚さに蒸着し、第3の電子注入輸送層とした。次いで、DPAを蒸着速度0.1nm/secで40nmの厚さに蒸着し、第3の発光層（青色発光層）とした。次いで、TPDを蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着し、第3のホール輸送層とした。さらに、m-MTDATAを蒸着速度0.1nm/secで80nmの厚さに蒸着し、第3のホール注入層とした。

【0108】次いで、減圧を保ったまま、第2のITO透明電極（ホール注入電極）をスパッタ法にて50nm成膜した。

【0109】最後にガラス封止板を貼り合わせ、図2に示すような積層構造の有機EL素子とした。この有機EL素子は、基板と反対側、つまり最上層のITO側から発光光を取り出す構成になっている。

【0110】実施例1と同様に、得られた有機EL素子の各積層体に、単一電源から所定の直流電圧を印加し、10mA/cm<sup>2</sup>の定電流密度で、駆動させたところ、各発光層ともそれぞれ独立に発光し、制御できることが確認できた。輝度は実施例1と同等だった。

【0111】電子注入電極をNa<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、CaO、SrO、BaO、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>としても同等の結果が得られた。

【0112】＜実施例3＞ガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに固定して、槽内を1×10<sup>-4</sup>Pa以下まで減圧した。そして、ガラス基板上に、Alを20nmの厚さに蒸着し、第1の引き出し電極とした。

【0113】次いで、減圧を保ったまま、Li<sub>2</sub>Oを5nmの厚さに蒸着し、第1の電子注入電極とした。

【0114】次いで、減圧を保ったまま、Alq3を蒸着速度0.1nm/secで10nmの厚さに蒸着し、第1の電子注入輸送層とした。次いで、DPAを蒸着速度0.1nm/secで40nmの厚さに蒸着し、第1の発光層（青色発光層）とした。次いで、TPDを蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着し、第1のホール輸送層とした。さらに、m-MTDATAを蒸着速度0.1nm/secで80nmの厚さに蒸着し、第1のホール注入層とした。

【0115】次いで、減圧を保ったまま、第1のITO透明電極（ホール注入電極）をスパッタ法にて50nm成膜した。

【0116】次いで、減圧を保ったまま、m-MTDATAを蒸着速度0.1nm/secで50nmの厚さに蒸着し、第2のホール注入層とした。次いで、TPDを蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着し、第2のホール輸送層とした。さらに、クマリン6を1vol%ドープしたAlq3を蒸着速度0.2nm/secで60nmの厚さに蒸着し、第2の電子注入輸送・発光層（緑色発光層）とした。

【0117】次いで、減圧を保ったまま、Li<sub>2</sub>Oを5nmの厚さに蒸着し、第2の電子注入電極とした。

【0118】さらに、減圧を保ったまま、Alを20nmの厚さに蒸着し、第2の引き出し電極とした。

【0119】さらに、減圧を保ったまま、Li<sub>2</sub>Oを5nmの厚さに蒸着し、第3の電子注入電極とした。

【0120】次いで、減圧を保ったまま、DCMを1vol%ドープしたAlq3を蒸着速度0.2nm/secで60nmの厚さに蒸着して、第3の電子注入輸送・発光層（赤色発光層）とした。次いで、TPDを蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着し、第3のホール輸送層とした。さらに、m-MTDATAを蒸着速度0.1nm/secで50nmの厚さに蒸着し、第3のホール注入層とした。

【0121】次いで、減圧を保ったまま、第2のITO透明電極（ホール注入電極）をスパッタ法にて10nm成膜した。

【0122】さらに、減圧を保ったまま、Alを200nmの厚さに蒸着し、補助電極とした。

【0123】最後にガラス封止板を貼り合わせ、図2に示すような積層構造の有機EL素子とした。この有機EL素子は、基板側から発光光を取り出す構成になっている。

【0124】実施例1と同様に、得られた有機EL素子の各積層体に、単一電源から所定の直流電圧を印加し、10mA/cm<sup>2</sup>の定電流密度で、駆動させたところ、各発光層ともそれぞれ独立に発光し、制御できることが確認できた。輝度は実施例1と同等だった。

【0125】電子注入電極をNa<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、CaO、SrO、BaO、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>としても同等の結果が得られた。

【0126】＜実施例4＞ガラス基板を真空蒸着装置の基板ホルダーに固定して、槽内を1×10<sup>-4</sup>Pa以下まで減圧した。そして、ガラス基板上に、Alを20nmの厚さに蒸着し、第1の引き出し電極とした。

【0127】次いで、減圧を保ったまま、Li<sub>2</sub>Oを5nmの厚さに蒸着し、第1の電子注入電極とした。

【0128】次いで、減圧を保ったまま、Alq3を蒸着速度0.1nm/secで10nmの厚さに蒸着し、第1の電子注入輸送層とした。次いで、DPAを蒸着速度0.1nm/secで40nmの厚さに蒸着し、第1の発光層（青色発光層）とした。次いで、TPDを蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着し、第1のホール輸送層とした。さらに、m-MTDATAを蒸着速度0.1nm/secで80nmの厚さに蒸着し、第1のホール注入層とした。

【0129】次いで、減圧を保ったまま、第1のITO透明電極（ホール注入電極）をスパッタ法にて50nm成膜した。

【0130】次いで、減圧を保ったまま、m-MTDATA

TAを蒸着速度0.1nm/secで50nmの厚さに蒸着し、第2のホール注入層とした。次いで、TPDを蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着し、第2のホール輸送層とした。さらに、クマリン6を1vol%ドープしたAlq3を蒸着速度0.2nm/secで60nmの厚さに蒸着し、第2の電子注入輸送・発光層（緑色発光層）とした。

【0131】次いで、減圧を保ったまま、Li<sub>2</sub>Oを5nmの厚さに蒸着し、第2の電子注入電極とした。

【0132】さらに、減圧を保ったまま、Alを20nmの厚さに蒸着し、第2の引き出し電極とした。

【0133】さらに、減圧を保ったまま、Li<sub>2</sub>Oを5nmの厚さに蒸着し、第3の電子注入電極とした。

【0134】次いで、減圧を保ったまま、DCMを1vol%ドープしたAlq3を蒸着速度0.2nm/secで60nmの厚さに蒸着して、第3の電子注入輸送・発光層（赤色発光層）とした。次いで、TPDを蒸着速度0.1nm/secで20nmの厚さに蒸着し、第3のホール輸送層とした。さらに、m-MTDATAを蒸着速度0.1nm/secで50nmの厚さに蒸着し、第3のホール注入層

とした。

【0135】次いで、減圧を保ったまま、第2のITO透明電極（ホール注入電極）をスパッタ法にて50nm成膜した。

【0136】最後にガラス封止板を貼り合わせ、図2に示すような積層構造の有機EL素子とした。この有機EL素子は、基板側からも基板と反対側からも発光光を取り出す構成になっている。

【0137】実施例1と同様に、得られた有機EL素子の各積層体に、単一電源から所定の直流電圧を印加し、10mA/cm<sup>2</sup>の定電流密度で、駆動させたとこ、各発光層ともそれぞれ独立に発光し、制御できることが確認できた。輝度は実施例1と同等だった。

【0138】電子注入電極をNa<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、CaO、SrO、BaO、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>としても同等の結果が得られた。

【0139】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、有機EL素子のダメージが小さく、信頼性が高く、しかも高輝\*

\*度が得られる有機EL素子を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の有機EL素子の一構成例を模式的に表した図である。

【図2】本発明の有機EL素子の他の構成例を模式的に表した図である。

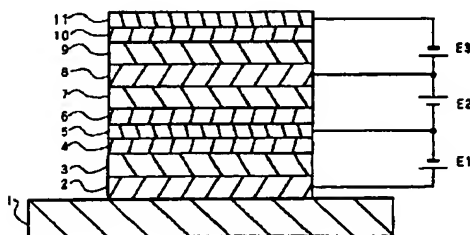
【図3】本発明の有機EL素子をマトリクスディスプレイに応用した場合の配線例を示した図である。

【図4】従来の有機EL素子を模式的に表した図である。

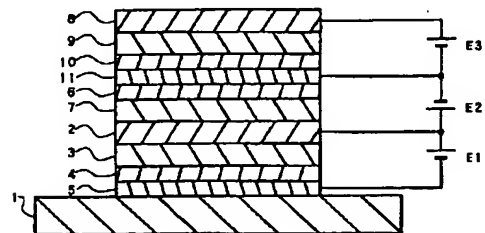
【符号の説明】

- |            |                |
|------------|----------------|
| 1          | 基板             |
| 2          | 第1のホール注入電極     |
| 3          | 第1の有機層         |
| 4          | 第1の電子注入電極      |
| 5          | 第1の引き出し電極      |
| 6          | 第2の電子注入電極      |
| 7          | 第2の有機層         |
| 8          | 第2のホール注入電極     |
| 9          | 第3の有機層         |
| 10         | 第3の電子注入電極      |
| 11         | 第2の引き出し電極      |
| E1, E2, E3 | 電源             |
| D1, D2, D3 | 積層体            |
| m1, m2, m3 | 走査線（コモンライン）    |
| n1, n2, n3 | データ線（セグメントライン） |
| 31         | 基板             |
| 32         | 第1のホール注入電極     |
| 33         | 第1のホール輸送層      |
| 34         | 第1の発光層         |
| 35         | 第1の電子注入電極      |
| 36         | 第2のホール注入電極     |
| 37         | 第2のホール輸送層      |
| 38         | 第2の発光層         |
| 39         | 第2の電子注入電極      |
| 40         | 第3のホール注入電極     |
| 41         | 第3のホール輸送層      |
| 42         | 第3の発光層         |
| 43         | 第3の電子注入電極      |

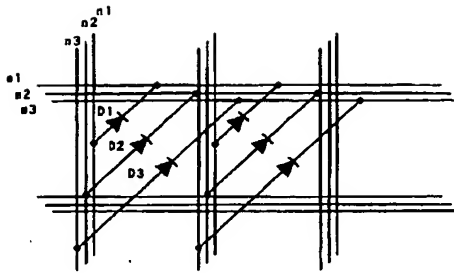
【図1】



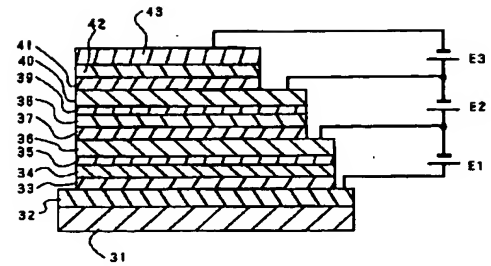
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 洋  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ  
ーディーケイ株式会社内

(72)発明者 鬼塚 理  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ  
ーディーケイ株式会社内